

| | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏名（本籍） | 神田 利之（愛知県） |
| 学位の種類 | 博士（工学） |
| 学位授与番号 | 甲第567号 |
| 学位授与日付 | 令和2年3月25日 |
| 専攻 | 生産開発システム工学専攻 |
| 学位論文題目 | 塗布型陽極材を援用した鉄筋コンクリートの電気防食工法の開発 (Development of cathodic protection method for reinforced concrete using coated anode material) |
| 学位論文審査委員 | (主査) 教授 小林 孝一 (副査) 教授 内田 裕市 教授 國枝 稔 |

論文内容の要旨

本研究は、塩害環境下にあるコンクリート構造物に対して、光触媒とナフィオンを組合せた複合材料である塗布型陽極材を援用した電気防食工法について、その防食効果と適用性について評価したものである。本研究で得られた知見を以下に示す。

第3章では、塗布型陽極材を用いたコンクリートの電気抵抗率に与える影響を四電極法により調べ、イオン導電性について評価した。コンクリート表面に塗布型陽極材を塗布し、太陽光を1時間以上照射すると光触媒の作用によりナフィオンのイオン導電性が活性化され、電気抵抗率が低下する傾向がみられた。一方、太陽光を照射しない状態では電気抵抗率に変化がなく、イオン導電性が得られなかった。このことから光触媒の作用によりナフィオンのイオン導電性が発揮されることが分かった。

第4章では、塗布型陽極材の含浸深さをEPMAにより確認した結果、陽極材の含浸深さは、0.5mm以下程度であり、塗布型二次陽極の材料はコンクリート表面に留まっていた。これは、塗布型陽極材の粒子が大きく、コンクリート内部まで浸透しないものと考えられた。また、塗布型陽極材の標準光触媒濃度は1%としているが、光触媒濃度が1～5%の範囲内では、濃度が分極量に及ぼす影響は小さく、防食性能に大きな違いは見受けられず、光触媒濃度は1%で十分な防食性能を発揮することを確認した。

第5章では、一次陽極材のコンクリート面への設置方法の違いについて比較試験を実施した。MMOチタンテープをコンクリートに接触するように設置することで2割程度分極量が増加した。これは、一次陽極材としてMMOチタンテープのコーティング面をコンクリート側に設置することで、コンクリート側へ直接電流が流れることにより、効率的に塗布型陽極材に電流が流れるためと考えられる。MMOチタンテープとチタンリボンメッシュを比較すると、チタンリボンメッシュの方がMMOチタンテープよりも約15%の分極量が大きくなった。

第6章では、一次陽極材と塗布型陽極材それぞれの防食効果を調べた。一次陽極材のみで実施した分極試験の結果と一次陽極材と塗布型陽極材を併用した試験体による分極試験の結果では、併用した方が塗布型陽極材のイオン導電性により防食電流が広範囲に拡散し、防食範囲が広がることが分かった。

第7章では、防食効果の持続性について検証するために、屋外暴露試験体を用いて1年間の復極試験を実施し、防食効果を調べた。屋外暴露試験体を用いた復極試験の結果、28日経過後の復極量については、全測点で200~400mVの範囲で推移し、1年経過しても100mV以上の良好な防食状態にあることが確認された。塗布型陽極材の導電性が持続され、広範囲かつ一様に防食電流が流れたものと推察した。

第8章では、開発した電気防食システムのライフサイクルコスト(LCC)を試算し、従来の外部電源方式の電気防食および断面修復工法と比較しながらその優位性を示した。

論文審査結果の要旨

この論文では、塗布型陽極材を用いた電気防食工法を開発した。塗布型陽極材の潜在的な導電性の評価、イオン導電性の持続性の確認、一次陽極材と併用したシステムの検討、鉄筋コンクリート部材を用いた分極試験を行い当該工法を用いた構造物のライフサイクルにおける優位性を提示した。このように、この論文は新規性、有用性に優れ、また今後の発展性も有している。したがって、学位審査委員会は、審査の結果、この論文を学位論文に値するものと判定した。

最終試験結果の要旨

学位審査委員会は、提出された論文の主要部分が、下記に示す5編の審査付き論文として既に発表済みであることを確認するとともに、令和2年2月5日に開催された学位論文公聴会における質疑応答と口頭試問などに基づいて審査を行い、最終試験に合格と判定した。

発表論文(論文名、著者、掲載誌名、巻号、ページ)

1. 神田利之, 若杉三紀夫, 峰松敏和, 国枝稔: 塗布型二次陽極を用いた電気防食工法に関する基礎研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.18, pp.557-562, 2018
2. 神田利之, 峰松敏和, 北村透, 国枝稔: 塗布型二次陽極材を用いた電気防食工法における材料特性および設置方法に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp.911-916, 2019
3. 朝日章太, 神田利之, 峰松敏和, 北村透, 国枝稔: 塗布型二次陽極材を用いた電気防食工法におけるイオン導電性に関する基礎研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.19, pp.577-580, 2019
4. 神田利之, 若杉三紀夫, 峰松敏和, 北村透, 国枝稔: 塗布型二次陽極材を用いた電気防食工法における材料特性および一次陽極材の配置間隔に関する基礎研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.19, pp.581-586, 2019
5. T. Kanda, M. Kunieda, T. Minematsu, T. Kitamura and M. Wakasugi: Basic research on material characteristics and installation method of the cathodic protection method using coating type secondary anode material, NACE East Asia & Pacific Area Conference, 2019